

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-094782

(43)Date of publication of application : 07.04.1995

(51)Int.Cl.

H01L 33/00  
H01L 21/324

(21)Application number : 05-234684

(71)Applicant : NICHIA CHEM IND LTD

(22)Date of filing : 21.09.1993

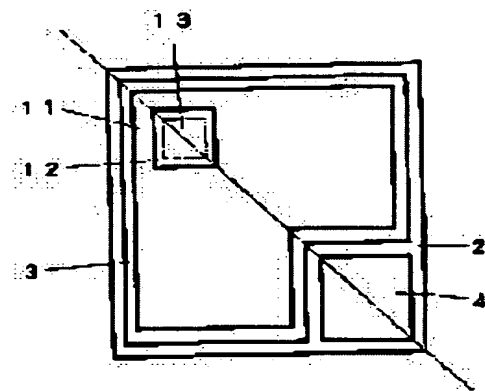
(72)Inventor : YAMADA TAKAO  
SENOO MASAYUKI  
NAKAMURA SHUJI

## (54) GALLIUM NITRIDE SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve the external quantum efficiency of a gallium nitride semiconductor light emitting device which has a p-type layer on its emitted light observing surface side and avoid the peeling of the electrode of the p-type layer and electrodes for bonding at the time of wire-bonding to provide a highly reliable light emitting device.

**CONSTITUTION:** A light transmitting first electrode 11 is formed over the almost whole surface of a p-type gallium nitride semiconductor layer 3 and a window 13 which penetrates a part of the first electrode 11 is formed in the first electrode 11. Further, a second electrode 12 for bonding which is electrically connected to the first electrode 11 is formed on the window 13. Moreover, the second electrode 12 is bonded to the p-type gallium nitride layer 3 more firmly than the first electrode 11.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.04.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2697572

[Date of registration]

19.09.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-94782

(43) 公開日 平成7年(1995)4月7日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 33/00	C			
	E			
21/324	C			

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-234684

(22) 出願日 平成5年(1993)9月21日

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 山田 孝夫

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72) 発明者 妹尾 雅之

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72) 発明者 中村 修二

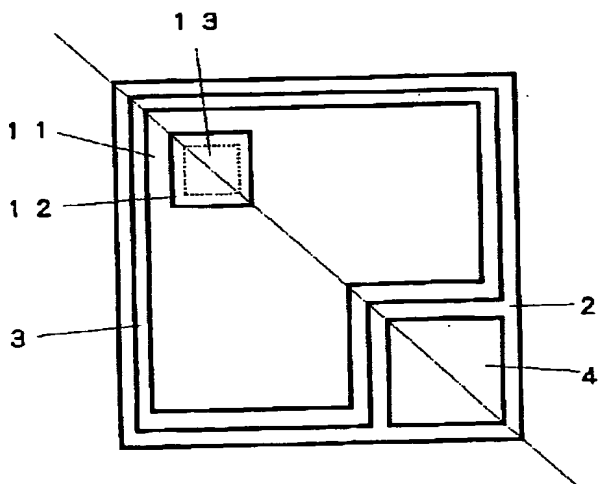
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体発光素子

(57) 【要約】

【目的】 p層を発光観測面側とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の外部量子効率を向上させると共に、主としてワイヤーボンディング時にp層の電極、およびボンディング用の電極の剥がれをなくして信頼性に優れた発光素子を提供する。

【構成】 p型窒化ガリウム系化合物半導体層(3)表面のほぼ全面に、透光性の第一の電極(11)が形成されていると共に、前記第一の電極(11)には、その第一の電極(11)の一部を貫通した窓部(13)が形成されており、さらに前記窓部(13)には、第一の電極(11)と電気的に接続されたボンディング用の第二の電極(12)が形成されており、さらにまた前記第二の電極(12)は第一の電極(11)よりも強固にp型窒化ガリウム系化合物半導体層(3)に接着されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁性基板 (1) の上に少なくとも n 型窒化ガリウム系化合物半導体層 (2) と、p 型窒化ガリウム系化合物半導体層 (3) とが順に積層されており、その p 型窒化ガリウム系化合物半導体層 (3) 側を発光観測面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、

前記 p 型窒化ガリウム系化合物半導体層 (3) 表面のほぼ全面に、透光性の第一の電極 (11) が形成されていると共に、前記第一の電極 (11) には、その第一の電極 (11) の一部を貫通した窓部 (13) が形成されており、さらに前記窓部 (13) には、第一の電極 (11) と電気的に接続されたボンディング用の第二の電極 (12) が形成されており、さらにまた前記第二の電極 (12) は第一の電極 (11) よりも強く p 型窒化ガリウム系化合物半導体層 (3) に接着されていることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項 2】 前記第二の電極 (12) は前記第一の電極 (11) よりも p 型窒化ガリウム系化合物半導体層と接着性のよい材料で形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項 3】 前記第二の電極 (12) は Cr、Al、Au より選択された少なくとも 2 種類以上の材料、または Al 単独よりなることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項 4】 前記第二の電極 (12) の膜厚が、前記第一の電極 (1) の膜厚よりも厚くされていることを特徴とする請求項 1 に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項 5】 前記第一の電極 (11) が Ni、および Au よりなることを特徴とする請求項 1 に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、発光ダイオード、レーザーダイオード等に使用される窒化ガリウム系化合物半導体 ( $In_xAl_{1-y}Ga_{1-x-y}N$ ,  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ) が積層されてなる窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に係り、特に、最表面に p 型窒化ガリウム系化合物半導体層を有し、その p 型窒化ガリウム系化合物半導体層側を発光観測面とする発光素子の電極の構造に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、基板上に、n 型の窒化ガリウム系化合物半導体層と、p 型ドーパントがドーパされた高抵抗な i 型の窒化ガリウム系化合物半導体層とが積層されたいわゆる MIS 構造のものが知られているが、最近になって高抵抗な i 型を p 型とする技術 (特開平 2-257679 号公報、特開平 3-218325 号公報、特開平 5-183

189 号公報等) が発表され、p-n 接合型の発光素子が実現可能となってきた。

【0003】現在のところ、p-n 接合型の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、その p 型窒化ガリウム系化合物半導体 (以下、p 層という。) の製造方法が限られているため、通常 p 層が最上層 (即ち、積層終了時の層) とされる。また、発光素子の基板には透光性、絶縁性を有するサファイアが使用されるため、発光素子の発光観測面側は基板側とされることが多い。しかし、基板側を発光観測面側とする p-n 接合型の発光素子は、同一面側に形成された p 層および n 層の電極をリードフレームに接続する際、1 チップを 2 つのリードフレームに跨って載置しなければならないので、1 チップサイズが大きくなるという欠点がある。つまり、n 層の電極が p 層と接触すると電気的にショートしてしまうため、チップ上の正、負それぞれの電極と 2 つのリードフレーム幅との間隔を大きくする必要から、自然とチップサイズが大きくなる。従って 1 枚あたりのウエハーから取れるチップ数が少なくなり、高コストになるという欠点がある。

【0004】一方、窒化ガリウム系化合物半導体層側を発光観測面とする発光素子は、1 チップを 1 つのリードフレーム上に載置できるためチップサイズを小さくできる。しかも、発光観測面側から正、負両方の電極を取り出すことができるので、生産技術上有利であるという利点がある反面、発光観測面側の電極により発光が阻害されることにより、基板側を発光観測面とする発光素子に比して外部量子効率が悪いという欠点がある。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】我々は、外部量子効率が高く、しかも生産技術にも優れている発光素子を提供するため、先に、p 層側を発光観測面とする発光素子の p 層に形成する電極を透光性の全面電極とする技術を提案した。

【0006】前記技術により、従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の問題は改善されてきた。しかしながら、p 層に形成した全面電極の上に、さらにボンディング用の電極 (ボンディングパッド) を形成した場合、ワイヤーボンディング時に、ワイヤーに引っ張られ、そのボンディング用の電極と透明な全面電極とが剥がれやすくなるか、または全面電極が p 層から剥がれやすくなるという問題が生じてきた。

【0007】従って、本発明はこのような事情を鑑みて成されたものであり、その目的とするところは、p 層を発光観測面側とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の外部量子効率を向上させると共に、主としてワイヤーボンディング時に p 層の電極、およびボンディング用の電極の剥がれをなくして信頼性に優れた発光素子を提供するにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、図1、図2、および図3に示すように、絶縁性基板(1)の上に少なくともn型窒化ガリウム系化合物半導体層(2)と、p型窒化ガリウム系化合物半導体層(3)とが順に積層されており、そのp型窒化ガリウム系化合物半導体層(3)側を発光観測面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、前記p型窒化ガリウム系化合物半導体層(3)表面のほぼ全面に、透光性の第一の電極(11)が形成されていると共に、前記第一の電極(11)には、その第一の電極(11)の一部を貫通した窓部(13)が形成されており、さらに前記窓部(13)には、第一の電極(11)と電気的に接続されたボンディング用の第二の電極(12)が形成されており、さらにまた前記第二の電極(12)は第一の電極(11)よりも強くp型窒化ガリウム系化合物半導体層(3)に接着されていることを特徴とする。つまり、p層にオーミック用の電極とボンディング用の電極とを別々に形成し、ボンディング用電極の単位面積あたりの付着力を、オーミック用電極の単位面積あたりの付着力よりも大きくすることにより上記問題を解決するに至ったものである。なお本願において、透光性とは窒化ガリウム系化合物半導体の発光を透過するという意味であり、必ずしも無色透明を意味するものではない。

#### 【0009】

【作用】本発明の発光素子は、p型層に形成する第一の電極を透光性の薄膜の電極としているため、p型層を発光観測面とする発光素子においては、従来のように不透光性の電極で発光が妨げられることがないので、外部量子効率向上する。また、第一の電極を薄膜としたこと

#### 【0010】

【実施例】以下、本発明に係る発光素子を図1、および図2に基づいて説明する。図1は本願の一実施例に係る発光素子をp層側、つまり発光観測面側からみた平面図であり、図2は図1の平面図を一点鎖線の方で切断した際の模式断面図である。この素子はサファイア基板1の上にn型層2とp型層3とを順に積層したホモ構造の発光素子である。

【0011】p層3の上に形成した第一の電極11は透光性としているため、p-n接合界面の発光を発光面側に有効に取り出すことができる。しかもp層3のほぼ全面に形成してあるために、電界が均一に広がりp-n接合面のほぼ全面に互って均一な発光が得られる。電極11を透光性にするためにはAu、Pt、Al、Sn、Cr、Ti、Ni等の電極材料を非常に薄く形成すること

により実現可能である。具体的には、蒸着、スパッタ等の技術により電極が透光性になるような膜厚で直接薄膜を形成するか、または薄膜を形成した後、アニーリングを行い電極を透光性に行うことができる。電極11の膜厚は0.001 $\mu$ m $\sim$ 1 $\mu$ mの厚さで形成することが好ましい。0.001 $\mu$ mよりも薄いと接触抵抗が大きくなり好ましくない。逆に1 $\mu$ mよりも厚いと電極が透光性になりにくく実用的ではない。電極がほぼ透明でほとんど発光を妨げることがなく、また接触抵抗も低い特に実用的な範囲としては、0.005 $\mu$ m $\sim$ 0.2 $\mu$ mの範囲が好ましい。

【0012】また、第一の電極11とp型窒化ガリウム系化合物半導体との良好なオーミック接触が得られる特に好ましい金属としてはNiおよびAuを使用する。これらの金属を第一の電極11の材料として、透光性に形成することにより、p層とオーミック接触を得て発光素子のVf(順方向電圧)を低下させ、発光効率を向上させることができる。図4は、p型Ga<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>層にNiとAuとを順にそれぞれ0.1 $\mu$ mの膜厚で蒸着した後、アニーリングして電極を合金化し、その電流電圧特性を測定した図である。この図に示すようにNiとAuよりなる第一の電極11はp層3と良好なオーミック接触が得られていることがわかる。

【0013】次に本発明の発光素子は、第一の電極11の一部にボンディング用の第二の電極12を形成するための窓部13を形成している。窓部13は、同一平面上からみて、n層の電極4と最も距離の遠い位置、つまり対角線上に設けることが好ましい。なぜなら前記位置とすることにより、電流がp層全体に広がり、p層全体を均一に発光させることができるからである。また、窓部13は第一の電極11を貫通してp層3を露出させ、ボンディング用電極、つまり第二の電極12がp層3と接するようにする必要がある。窓部13を形成するには、第一の電極11を形成した後、マスクをしてエッチングしてもよいし、また最初からp層3の表面に所定の形状のマスクを形成して、その上から第一の電極11を形成した後、マスクを剥離しても形成することができる。

【0014】さらに、本発明の発光素子は、前記窓部13に第一の電極113と電気的に接続されたボンディング用の第二の電極12が形成されている。しかも、第二の電極12は、第一の電極11よりも強固にp層3に接着されているため、ボンディング時に第二の電極12を引っ張る力が作用しても、第一の電極11が剥がれることはない。

【0015】第二の電極12は、p層3とオーミック接触させてもよいが、オーミックは第一の電極11で得ているため、特にオーミック接触させる必要はない。そのため、第二の電極12は第一の電極11と電気的に接触して、p層3に強固に付着していれば、どのような材料を使用してもよい。

【0016】第二の電極12を第一の電極11と電氣的に接続し、しかもp層3に第一の電極11よりも強固に接着させる手段として、例えば次のような方法が挙げられる。まずそのひとつとして、第二の電極12の材料に第一の電極(11)よりもp型窒化ガリウム系化合物半導体層と接着性のよい材料を選定し、その材料で第二の電極を12を形成する方法がある。この方法によると、第二の電極12の膜厚を自由に形成でき、非常に薄く形成して透光性にすることもできる。例えば、p層3と非常に接着性がよい材料として、例えばCr、Al、Au等の内の少なくとも2種類以上、もしくはAl単独を使用することができる。これらの材料はp型層と良好なオーミック接触を得ることはできないが、非常に接着性がよく、ボンディング時に剥がれにくい傾向がある。従って、これらの材料で第二の電極12を形成すると透光性薄膜としても剥がれにくい。また、前記第二の電極を多層膜構造とし、p層と接する側をp層と接着性のよい材料として、最上層をボンディング材料と接着性のよい材料とすることもできる。

【0017】そこで、同一p型GaN層の上に、Ni-Auを0.01 $\mu$ mの膜厚で蒸着した透光性の電極1000個と、Cr-Al、Al-Au、Cr-Au、およびAlを同じく0.01 $\mu$ mの膜厚でそれぞれ1000個蒸着した透光性の電極に、金線をワイヤーボンディングし、その金線を離す際に、電極が剥がれる数をチェックして、電極の歩留を試験したところ、Ni-Auよりなる電極は歩留がおよそ60%であったのに対し、他のCr等よりなる電極は全て98%以上の歩留であった。なお、電極面積は全て同一とし、さらにNi-Au等の記載はp層と接する側をNiとし、ボンディング側をAuとした多層膜構造であることを示している。このように金属の種類によって、p層との接着力の差があり、第二の電極12の接着力が大きい材料を選定することにより、第一の電極11の剥がれを防止することができる。

【0018】また次の手段として、第二の電極12の膜厚を厚く形成することにより、自然にp層3との付着力を大きくして、ボンディング時に剥がれにくくする方法がある。この方法によると、第二の電極12は厚膜となり透光性でなくなるが、例えば第一の電極11と同一材料を使用して厚膜で形成することにより、第二の電極1

2でもオーミック接触を得ることができる。

【0019】図3は本発明の他の実施例に係る発光素子を示す斜視図であり、この発光素子は第一の電極11の隅部を切り欠いて窓部13を形成しており、窓部13とn層の電極4とは対角線上に配置してある。なお、この図は窓部13が分かりやすいように第二の電極12は形成されていない。

【0020】以上、n層とp層とを順に積層したホモ構造の発光素子について説明したが、本願はp層を発光観測面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子であれば、ダブルヘテロ構造、シングルヘテロ構造等の発光素子の構造は問わず、あらゆる構造に適用できる。

【0021】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の発光素子はp層側を発光観測面としても、p層に形成する第一の電極を透光性の電極とし、さらにほぼ全面に形成していることにより電流が均一に広がり、p-n接合界面の発光を十分に外部に取り出すことができる。また第一の電極とボンディング用の第二の電極を分けて形成し、ボンディング用電極のp層の付着力を第一の電極よりも大きくしていることにより、第一の電極の剥がれ、第二の電極の剥がれを防止し、信頼性に優れた素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例に係る発光素子をp層側からみた平面図。

【図2】 図1の発光素子を一点鎖線で切断した際の模式断面図。

【図3】 本発明の他の実施例に係る発光素子を示す斜視図。

【図4】 Ni-Au電極の電流電圧特性を示す図。

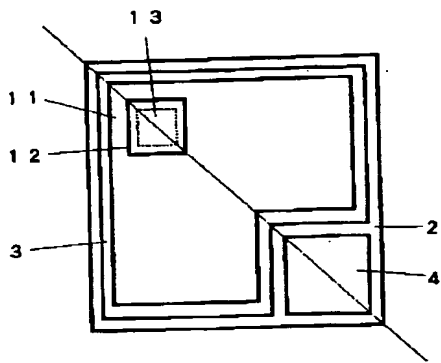
【符号の説明】

- 1・・・サファイア基板
- 2・・・n型窒化ガリウム系化合物半導体層
- 3・・・p型窒化ガリウム系化合物半導体層
- 4・・・n層の電極
- 11・・・第一の電極
- 12・・・第二の電極
- 13・・・窓部

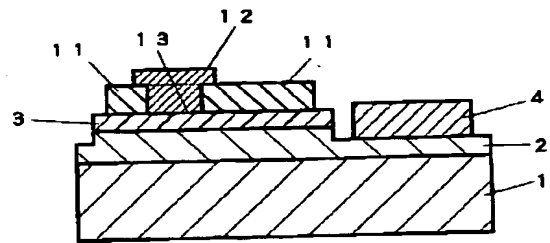
(5)

特開平7-94782

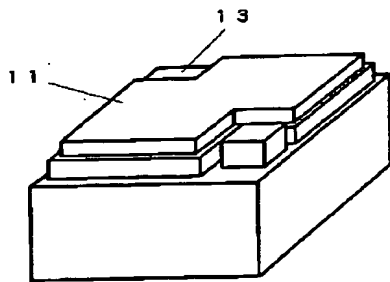
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

x: 0.5 V/div

y: 0.2 mA/div

